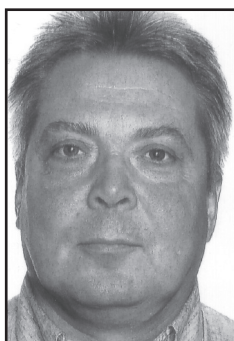




# Повышение износостойкости режущего инструмента при колёсотокарной обработке



Михаил КУЛИКОВ  
Mikhail Yu. KULIKOV

Алексей ПОПОВ  
Alexey Yu. POPOV



Санн МАУНГ  
Sann MAUNG

*Куликов Михаил Юрьевич* — доктор технических наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.  
*Попов Алексей Юрьевич* — кандидат технических наук, доцент МИИТ, Москва, Россия.  
*Санн Маунг* — аспирант МИИТ, Москва, Россия / Тази, Республика Союз Мьянма.

## Enhancement of Wear Resistance of Cutting Tools during Railway Car's Wheel Turning

(текст статьи на англ. яз. — English text of the article — p. 74)

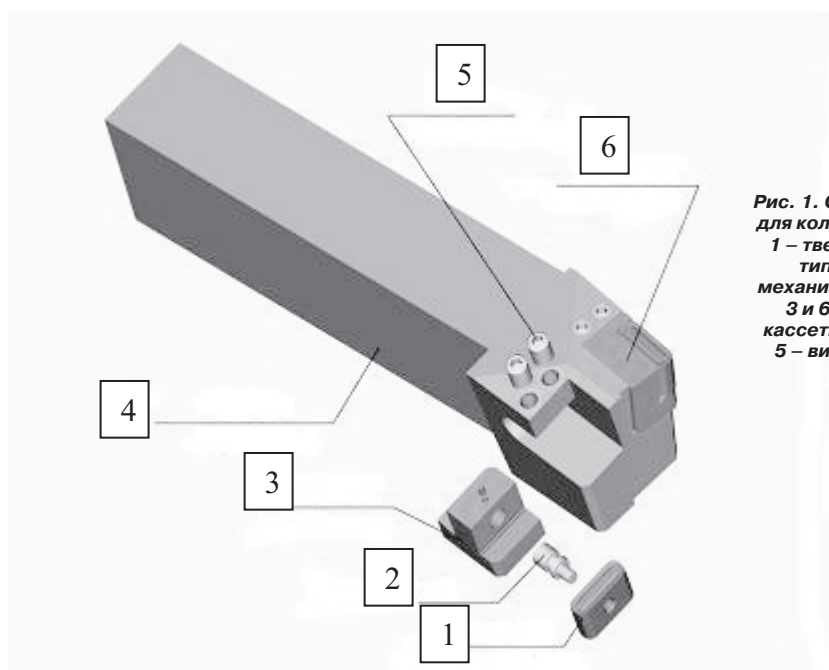
**В статье приведены результаты исследований, связанных с повышением износостойкости режущего инструмента при колесотокарной обработке. Анализ показал, что в ходе обработки поверхностей катания изготавливаемых колесных пар преобладающим дефектом становится пластическое деформирование режущего клина. Это вызвано наличием ползучести контактных слоев инструмента. Ползучесть является термоактивируемым процессом.**

**Поэтому необходимо снизить уровень температур, возникающих при резании, причем без использования смазочно-охлаждающих жидкостей. Предложен способ повышения стойкости твердосплавного инструмента за счет специальных кремнийорганических эластичных составов высокой теплопроводности, наносимых на опорную плоскость гнезда инструментальной державки и обеспечивающих устранение воздушных карманов в месте контакта с твердосплавной пластиной, что, в свою очередь, значительно улучшает теплоотвод от режущей пластины и тем самым повышает её износостойкость в 1,3-1,5 раза.**

Ключевые слова: подвижной состав, колесная пара, обработка поверхностей катания, твердосплавный режущий инструмент, теплоотвод, термоинтерфейс, термопаста, стойкость инструмента.

**Т**очность и качество изготовления и ремонта ответственных деталей ходовой части подвижного состава непосредственно связаны с качеством изготовления, точностью и долговечностью используемого режущего инструмента. Одним из способов повышения его износостойкости при обработке материалов является снижение теплонапряженности контактных слоев инструмента и детали путем интенсификации теплоотвода в зоне резания [1].

Для улучшения теплоотвода наиболее эффективным считается использование смазочно-охлаждающих жидкостей и сред (СОЖ и СОТС). Однако существуют случаи, когда их применение исключено по техническим или технологическим требованиям. Так, использование СОТС невозможно при наличии активного химического взаимодействия среды с обрабатываемым материалом (медицинская, химическая, военная, авиационно-космическая промышленность и др.). Характерный пример отсутствия технических условий



**Рис. 1. Сборный токарный резец для колесотокарной обработки:**  
**1 – твердосплавная пластина типа LNMХ-301940; 2 – механизм крепления пластины; 3 и 6 – сменные резцовые кассеты; 4 – корпус державки; 5 – винт крепления кассеты.**

применительно к СОЖ – процессы механической обработки профиля катания колесных пар, черновой обдирки осей, расточки бандажей и др., когда станочное оборудование конструктивно не имеет возможности для подачи, сбора и повторного использования смазочно-охлаждающей жидкости.

В связи с высокой теплонапряженностью процесса обработки деталей железнодорожного подвижного состава (площадь срезаемого металла достигает 15–25 мм<sup>2</sup>) возникает значительный разогрев зоны резания (температура контакта достигает 800–1000°С), что приводит к высокой интенсивности износа инструмента. При этом в случае использования инструмента с механическим креплением сменных твердосплавных пластин [2] из-за неоднородности поверхности между режущей пластиной и гнездом резцовой державки неизбежно присутствуют воздушные зазоры, неплотности и шероховатости, резко снижающие передачу тепла в корпус инструмента, являющегося массивным теплопоглотителем.

Кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» МИИТ предложен способ повышения износостойкости твердосплавного инструмента с помощью кремнийоргани-

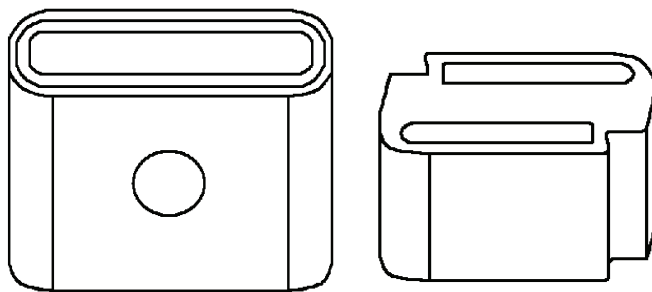
ческих эластичных составов высокой теплопроводности. Такие составы (с теплопроводностью 2–3 Вт/(м·К)) позволяют вытеснить весь воздух, теплопроводность которого 0,03 Вт/(м·К), из зазоров и шероховатостей между режущей пластиной и опорной поверхностью гнезда корпуса инструмента, обеспечивая хорошие условия для отвода тепла [3].

Был проведен комплекс лабораторных и производственных исследований и испытаний различных кремнийорганических теплопроводных паст при механической обработке деталей, в том числе подвижного состава. Оценка эффективности теплопроводящих интерфейсов отечественных и зарубежных производителей касалась более 50 их видов.

Лабораторные исследования проводились на базе университетской кафедры при наружном продольном точении заготовок диаметрами от 60 до 80 мм из сталей марок 3,45 и У8 (с соответствующей средней твердостью от 150 до 250 НВ). Обработка деталей шла на токарно-винторезном станке 16К20ПФ1. Режущий инструмент – резцовые державки PSBNR 2020M19 и MCLNP 2525M12 (с пластинами SNMM 190616 и CNMA 120408). Державки были дополнительно доработаны, что позволило определять среднюю температуру в зоне резания



Рис. 2. Формы двухсторонних режущих пластин для колесотокарной обработки (а – типа LNUX 301940 и б – типа BNUX 201540).



методом естественной термопары, под поверхность опорной пластины устанавливалась искусственная термопара, измеряющая интенсивность теплового потока в корпус инструмента.

Производственные исследования проходили в механическом цехе Люблинского литейно-механического завода (ЛЛМЗ) на токарно-винторезном станке 16K25 при наружном продольном точении заготовок диаметром 250 мм, изготовленных из стали 45 (со средней твердостью 217 HB). Режущий инструмент – державка PSB NR 4040S25 с пластинами LNMX 301940. В данных условиях использование термопар было затруднено из-за большого количества сливной стружки, образующейся в процессе обработки, поэтому для получения термограммы зоны резания в реальном времени применялся сверхточный профессиональный инфракрасный тепловизор «ThermoVision» модели A40M.

Производственные испытания включали обработку реальных деталей подвижного состава. Оценка эффективности различных термоинтерфейсов была связана со стойкими параметрами режущего инструмента, работающего в одинаковых условиях. Испытания проходили:

- при расточке бандажей моторных вагонов в колесном цехе Московского локомотиворемонтного завода (МЛРЗ) на токарно-карусельном станке КС 412 (инструмент – державка PSBNL 4040S25 с пластинами SNMM 250724);

- при черновой обработке осей грузовых вагонов в механическом цехе ЛЛМЗ на осетокарном станке КЗТС модели КЖ 1832.02 (инструмент – державки PSBNL/R 4040S25 с пластинами SNMM 250924);

- при чистовой обработке осей грузовых вагонов там же на осетокарном станке с ЧПУ КЗТС 1A740РФ3 (инструмент – дер-

жавки PCLNL/R 3232P19 с пластинами CNMG 190616);

- при обточке профиля поверхности катания колесных пар моторвагонного подвижного состава в колесном цехе МЛРЗ на колесотокарном станке «Rafamet» UDA-112 (инструмент – специальные державки со сменными кассетами под твердосплавные пластины LNMX 301940).

По результатам проведения комплексных исследований и испытаний различных кремнийорганических теплопроводящих эластичных составов при токарной обработке деталей установлено, что они позволяют снизить теплонапряженность в зоне обработки на 15–20% (в зависимости от производственных условий). Кроме того, были определены:

- наиболее рациональные области использования теплопроводящих интерфейсов различных типов;

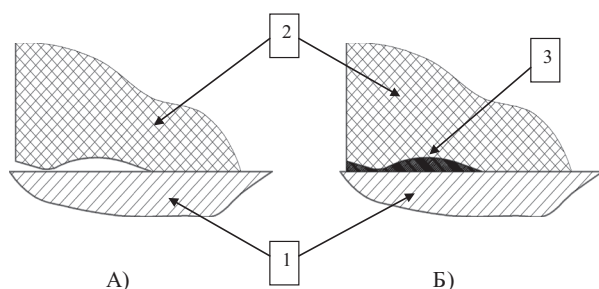
- наиболее эффективные марки теплопроводящих интерфейсов отечественного и зарубежного производства;

- мера влияния режимов резания и теплонапряженности обработки на долговечность и стабильность свойств термоинтерфейса;

- влияние шероховатости поверхностей и формы стружколомающих канавок на передней поверхности пластин на эффективность термоинтерфейса;

- влияние марки инструментального твердого сплава (в том числе поверхностного износостойкого покрытия) на эффективность термоинтерфейса.

Одним из существенных результатов проведенных работ стало выявление рациональных областей использования теплопроводящих интерфейсов различных типов для механической обработки профиля поверхности катания колесных пар. При колесотокарной обработке наибольшее



**Рис. 3. Контакт основания резцовой державки и режущей пластины:**  
1 – державка;  
2 – твердосплавная пластина;  
3 – термопрокладка.

распространение получило применение сборных токарных резцов, состоящих из державки, режущей пластины и прижима (механизма крепления) (рис. 1). Ставятся двухсторонние режущие пластины с большими передними углами ( $\gamma = 12-15^\circ$ ), упрочняющими фасками на режущих кромках ( $\gamma = -15^\circ$ ) и широкими стружколомающими канавками по контуру передней поверхности (2,5–3,5 мм) (рис. 2). В двухсторонней конструкции передняя поверхность режущей пластины служит в качестве опорной, соприкасающейся с опорной поверхностью державки.

Из-за больших передних углов и широких стружколомающих канавок в зоне контакта опорных поверхностей пластины и державки образуются большие воздушные карманы (площадь фактического контакта опорных поверхностей составляет 50–65% от общей площади опоры), которые значительно ухудшают теплоотвод от режущей пластины в корпус державки (см. рис. 3а). Поскольку при колесотокарной обработке возникают большие усилия резания, то для обеспечения надежности закрепления пластины в державке необходим достаточно мощный механизм зажима, поэтому использование вязких теплопроводных интерфейсов (термопаст) в данном случае неэффективно, так как толщина слоя наносимой термопасты не должна превышать 100 мкм, что не позволяет полностью заполнить стружколомающие канавки на передней поверхности пластины, а кроме того, при большом усилии зажима паста выдавливается из контакта, снижая надежность закрепления пластин.

Для улучшения условий теплоотвода на переднюю поверхность режущей пластины, взаимодействующую с резцовой кассетой, наклеивались теплопроводящие эластичные прокладки из листового керамико-полимерного армированного материала (типа НОМАКОН КПТД-2), по форме и толщине соответствующие размерам стружколомающих канавок. Такие термопрокладки обладают высокими эластичностью (не менее 50%) и теплопроводностью (0,8–1,4 Вт/(м·К)), обеспечивают эффективную теплопередачу по всей опорной поверхности, ликвидируя воздушные зазоры (см. рис. 3б). За счет армирования стекловолокном материал выдерживает сжатие до 40 МПа, что гарантирует надежное закрепление режущей пластины. При ее индексации, когда опорная поверхность пластины превращается в переднюю, части прокладки, находящиеся в контактной зоне, легко удаляются сходящей стружкой.

Использование твердосплавного инструмента с эластичными теплопроводящими прокладками из листового армированного материала позволило повысить стойкость режущего инструмента почти на 17%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Подураев В. Н. Резание труднообрабатываемых материалов. – М.: Высшая школа, 1975. – 275 с.
2. Евсеев Д. Г., Попов А. Ю. Современный режущий инструмент // Железнодорожный транспорт. – 2000. – № 3. – С. 28–30.
3. Куликов М. Ю., Верещака А. С., Попов А. Ю., Флоров А. В., Санн Маунг. Improvement of working capacity of carbide tools for machining rail wheel pairs // 7th International Congress of Precision Machining (ICPM 2013), Miskolc, Hungary. 2013, C.9–13.

Координаты авторов: Куликов М. Ю. – muk.56@mail.ru, Попов А. Ю. – madrat@inbox.ru, Санн Маунг – sannmaung84@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 01.12.2014, принята к публикации 17.02.2015.

**Статья подготовлена на основе материалов, представленных авторами на Международной научно-практической конференции «Конструкция, динамика и прочность подвижного состава», посвященной 75-летию со дня рождения В. Д. Хусидова (МИИТ, 20–21 марта 2014 года).**

